محاضرة 2: الرؤية وخصائص الضوء

المحتوى: ① تكوين العين وإزاي الصورة بتتكون
② الـ Brightness وبعض التعريفات
③ الضوء والـ EM spectrum و characterization للضوء
④ الـ sensors وأنواعها ، الحصول على الصورة
⑤ الـ Model الرياضي لـ Digital Image

تكوين العين وإزاي الصورة بتتكون (متسألش ليه هنذاكره لأن ذاكر من سكاشن)

* راجع الصورة في ملفات السنة اللي فاتت صفحة 9 أو سلايد [2.2]

* الأجزاء الرئيسية المهمة:

① Retina: فيها مستقبلات ضوء light receptors ، اللي هي الـ Cones والـ Rods.

- Rods: مسؤولة عن الرؤية في الظلمة ، عددها كبير ومتوزعة distributed على مساحة كبيرة في العين ، ولكن كل شوية Rods بيتصلوا بخلية عصبية واحدة (single nerve cell) ، وعشان كده مش بتجيب تفاصيل كتير

- Cones: مسؤولة عن الرؤية للألوان ، عددها أقل من الـ Rods ولكن تركيزها في مساحة أصغر بديها High density ، وكل single Cone له nerve cell ، عشان كده الـ Cones مسؤولة انها تورينا التفاصيل (بسبب الـ High density واتصال كل Cone بـ nerve cell)

② Iris & Lens: القزحية (Iris) ممكن تشد وترخي Contracts & expand عشان تتحكم في كمية الضوء اللي بتدخل العين

العدسة (Lens) هي المسؤولة عن تجميع أو امتصاص الضوء absorbtion وبتتغير عشان تتحكم في البعد البؤري (focal length) زي ما تربط عدسة الكاميرا الديجيتال عشان تشوف قدامك كويس ويبقى focused

③ Cornea: القرنية ، بتحمي العين (أو غطاء العين eye cover وخلاص)

* معرفش أهمية الباقي ، بس يفضل تشوفه في محاضرة 2 سلايد [2.2]

* ملاحظة مهمة: ال Cones موجودة في حتة في ال Retina اسمها ال Fovea

* الرسمة في سلايد [2.3] أو صفحة 9 (ملف السنة اللي فاتت) هتلاقي المحور الأفقي بالدرجات (مش مهم أوي) و المحور الرأسي هو كثافة ال Cones أو ال Rods لوحدة المساحة mm2

* هناخد ال center بتاع ال fovea على المحور الأفقي ونديله 0° (عند الصفر)

* الرسمة بتقول:

- فيه منطقة مفيش فيها Rods (الخط المنقط) عند 0° و 18° ~ ، وكل ما تبعد عن المركز ، تركيز أو كثافة ال cones (عدد ال cones في كل mm²) بتقل ،

- فيه منطقة تقريبا مفيهاش Rods خالص ولكن فيها تركيز ال Cones عالي جدا (الخط التقيل)

{ متسألش لزمة الكلام ده ايه وذاكر وانت ساكت ، مش هنكررها كتير }

---

* تكوين الصورة في العين (راجع الرسمة في سلايد 2.4 أو صفحة 9)

- العدسة بتجمع الضوء المنعكس عن الجسم (النخلة في المثال)

- النقطة "C" هي النقطة اللي بنسميها البؤرة ، و البعد البؤري في المثال هو 17mm (ركز بنقيسه منين ، متلاقيه من آخر العين لحد "C")

- قولنا إن البعد البؤري بيتغير عشان الصورة تبقى focused من خلال تغيير شكل العدسة

☑ كل ما الجسم يبعد عن العين كل ما أحتاج بعد بؤري أعلى (17 mm)

☑ كل ما الجسم يقرب احتاج بعد بؤري أقل (المسافة أقل من 3 m بين العين والجسم) ← (14 mm)

☑ ركز في الرسمة ، هتلاقي الصورة اتكونت في العين مقلوبة ، بنسميها ال retina image ، و بنحسبها من العلاقة

$$\frac{y}{x} = \frac{h}{(17 \text{ or } 14)}$$

if $x > 3M$ ↲ ↳ if $x < 3m$

* في المثال: هنحسب الـ h

طول النخلة $y = 15m$ وبعدها عن العين $3m < 100m$

$$\frac{15m}{100m} = \frac{h}{17mm} \Rightarrow h = \frac{15}{100} \times 17mm = 2.55 mm$$

الـ Brightness وبعض التعريفات

* بيعرف الـ Brightness على إنه دالة لوغاريثمية في شدة الضوء الواقع على العين ، وده بنكون Subjective Brightness

Brightnes is a logarithmic function of light intensity incident on the eyes

* بعد كده بيتكلم عن الـ Brightness discrimination & adaptation

- الجزء ده مشروح كويس في ورقة السنة اللي فاتت صفحة 10، 11، و12

لحد قبل الـ Light Characterization

الضوء والـ EM spectrum ، والـ Characterization للضوء

* راجع الرسمة في سلايد [2.10]

- لاحظ إنه مع زيادة الـ Photon Energy هنلاقي الـ frequency بيزيد ، واحنا عارفين قبل كده إنه علاقة التردد بالطول الموجي (wavelength) علاقة عكسية ، فهنلاقي الطول الموجي بيقل كل ما زاد الـ frequency

- المهم هنا إننا نعرف إنه كل ما الحاجة اللي عايز أشوفها كانت أصغر زي جزئ مياه (water molecule) لازم الطول الموجي يصغر

* قاعدة عامة: الطول الموجي لازم يكون أصغر من أو يساوي الـ object اللي عايز أشوفه

The wavelength of an EM wave required to see an object must be of the same size or smaller than the object

* لو عندي مثلا جزيء مياه قطره 10^{-10} ، هستخدم حاجة زي ال X-Ray

* بص على العلاقة في سلايد [2.11] ، معرفتش لزمتها ايه بس اعرفها .

---

* هنعرف شوية Characteristics للضوء .

① هنلاقي ضوء منفهوش ألوان (No color) فنسميه أحادي اللون

وده Monochromatic OR achromatic بيتحدد بال intensity Level أو ال grey Level

اللي هي بتكون قيمة من $0 - 2^k$ ، الصورة بتكون أبيض وأسود مع درجات الرمادي

② هنلاقي ضوء Chromatic أوله ألوان ، وده اللي بيكون في ال RGB images

وبيتحدد من خلال

- Radiance : بيعبر عن الطاقة اللي جاية من المصدر وبيتقاس بال Watts

- Luminance : بيعبر عن كمية الطاقة اللي بيشوفها المستقبل من المصدر وبيتقاس بال Lumens أو Lm

- Brightness : وده بيكون subjective زي ماقولنا قبل كده .

ال Sensors وأنواعها ، والحصول على الصورة

- راجع الرسمة والكلام المكتوب في صفحة 13 ، موضح فيها تركيب ال Sensor

- نلخص أنواع ال Sensors :

① Drum with single Sensor : شبه الطابعة ال inkjet ، ال Drum بيتحرك ال film في اتجاه محور ، وال Sensor بيتحرك في محور عمودي ، فيبقى فيه 2D-image

② Flatbed with strip Sensor : السنسور بيبقى عريض وبيتحرك في اتجاه محور واحد بس وبيدي 2D-img زي ال Scanner

③ Ring Strip : زي جهاز الأشعة المقطعية ، ال object بيتحرك في محور عمودي على مستوى ال Ring فيدي Crossectional image لل object

* ازاي بحصل على Digital Image ؟
راجع الرسمة في سلايد [2.15]

- بيبقى عندي Energy Source ، ال Energy دي هتسقط على جسم scene object

- ال scene object هيعكس ال Energy ويلقطها imaging system زي كاميرا مثلا

- فيه plane داخلي الصورة بتتكون عليها ، ومن خلال A/D converter بتتحول ال Energy اللي وقعت على ال sensor لقيم بتعبر عن Volt اللي طلع من ال sensor (ال sensor بيحول أي حاجة بيلقطها لكهربا وأنا بترجم الكهربا دي لحاجة مفهومة)

ال model الرياضي للصورة ال Digital

* مقصود بال spatial coordinates هي إحداثيات ال (x , y) زي ما نعرفها

* قولنا إنه ال Pixel بنعبر عنه بـ f(x , y) حيث f هي قيمة ال Pixel عند إحداثي (x , y)

* قيمة f(x,y) لازم أكبر من الصفر ومحدودة finite

$$0 < f(x, y) < \infty$$

* ممكن نكتب f(x , y) كدالة في ال illumination and reflectance

$$f(x, y) = i(x, y)\, r(x, y)$$

illumination ← i ، r → Reflectance

- ال illumination : بتعبر عن كثافة الطاقة اللي بتقع على جسم (Lm / m^2)
لو اليوم شمس هيكون مثلا $i = 9000$ ، ولو بالليل هتكون $i = 0.1$

- ال Reflectance : بتعبر عن الجسم عكس قد إيه من الطاقة
لو أبيض هتكون مثلا $r = 0.93$ ولو أسود هتكون $r = 0.01$

* حدود ال i وال r

$$0 < i(x, y) < \infty$$
$$0 < r(x, y) < 1$$

* بيعرف ال Gray Level على انه هو قيمة الـ pixel عند أي إحداثيات ، و بيرمز للإحداثيات دي بـ (x_0, y_0) [مش فارقة كتير وممكن متدققش في الجزء ده ، بس أهو تعرف عشان في المحاضرات ، لو مفهمتش فوته]

$$l = f(x_0, y_0)$$

بيكون عندي ال Max grey Level هو ال L_{max} والأقل هو ال L_{min}

* في ال Digital Images بتكون قيمة ال l محصورة بين L_{min}, L_{max}

$$L_{min} \le l \le L_{max}$$

ولو اتكلمنا على ال grayscale image (الصور الأبيض والأسود ودرجات الرمادي)

هيكون ال L_{max} بـ $2^K - 1$ ، وعادة K بتكون 8 فيبقى ال L_{max} هو $256 - 1 = 255$ و L_{min} بـ صفر

* بتقول إنك لما $l = L_{max}$ اللي هي $2^K - 1$ فمعناه إنه ال pixel أبيض

ولما $l = L_{min}$ اللي هي صفر ، بتقول ال Pixel أسود

* 2^K ممكن نرمزلها بالرمز L $\Longleftarrow$ $L = 2^K$

* بناء على اللي فوق ممكن نقول طالما $L = 2^K$ يبقى

$L_{min} = 0$ و $L - 1 = L_{max}$

وإنه قيمة ال l في ال Range $[0, L-1]$